

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/510292

REC'D 11 JUN 2003

WIPO PCT



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**BEST AVAILABLE COPY****Aktenzeichen:** 102 15 407.4**Anmeldetag:** 08. April 2002**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE**Bezeichnung:** Verfahren zum Überwachen einer Brennkraftmaschine**IPC:** F 02 D 41/38

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 8. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

bert

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

08.04.02 Wj/Mi

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zum Überwachen einer Brennkraftmaschine

15

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Brennkraftmaschine, bei der Kraftstoff in wenigstens zwei Teilmengen mittels wenigstens eines Injektors direkt in wenigstens einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem wenigstens auf Grundlage einer eingespritzten und/oder einer einzuspritzenden Kraftstoffmasse ein Istdrehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt wird, wobei dieses Istdrehmoment mit einem zulässigen Drehmoment der Brennkraftmaschine verglichen wird und eine Fehlerreaktion eingeleitet wird, wenn das Istdrehmoment in einem vorgegebenen Verhältnis zum zulässigen Drehmoment steht.

25

Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Verwendung des Verfahrens bei der Überwachung einer Brennkraftmaschine sowie eine entsprechende Vorrichtung.

30

Moderne Brennkraftmaschinen sind mit einer Motorsteuerung ausgestattet, die in Abhängigkeit von Eingangsgrößen die Leistung und das Drehmoment der Brennkraftmaschine durch Steuerung von entsprechenden Parametern einstellt. Zur Vermeidung von Störungen, insbesondere von Störungen im elektronischen Steuergerät der Motorsteuerung, sind vielfältige Überwachungsmaßnahmen vorzusehen, die einen

sicheren Betrieb der Brennkraftmaschine sowie die Verfügbarkeit der Brennkraftmaschine sicherstellen.

#### Stand der Technik

5

10

15

20

25

30

35

Die DE 199 00 740 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Betreiben einer Brennkraftmaschine, welche in bestimmten Betriebszuständen mit einem mageren Luft/Kraftstoff-Gemisch betrieben wird. Dabei wird die einzuspritzende Kraftstoffmasse bzw. die auszugebende Einspritzzeit abhängig von einem Sollwert bestimmt. Zur Überwachung der Funktionsfähigkeit wird auf der Basis der einzuspritzenden Kraftstoffmasse bzw. der auszugebenden Einspritzzeit oder der ausgegebenen Einspritzzeit das Istdrehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt, mit einem maximal zulässigen Moment verglichen und eine Fehlerreaktion eingeleitet, wenn das Istdrehmoment das maximal zulässige überschreitet. Die Bestimmung der einzuspritzenden Kraftstoffmasse erfolgt entsprechend der DE 199 00 740 A1 an Hand der vom Steuergerät ausgegebenen Einspritzzeit und eventueller weiterer Größen wie zum Beispiel dem Kraftstoffdruck. Die ermittelte Kraftstoffmasse wird in ein abgegebenes Motormoment umgerechnet, das unter Berücksichtigung von Wirkungsgraden, beispielsweise dem Wirkungsgrad des Einspritzzeitpunktes, korrigiert wird. Parallel dazu wird eine die Sauerstoffkonzentration im Abgas repräsentierende Größe mit wenigstens einem vorgegebenen Grenzwert verglichen und eine Fehlerreaktion eingeleitet, wenn diese den Grenzwert überschreitet.

Aus der nicht vorveröffentlichten DE 101 23 035.4 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der die Kraftstoffzumessung in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine zweite Teileinspritzung aufteilbar ist. Bei der zweiten Teileinspritzung wird eine Kraftstoffmengengröße, die die

bei der zweiten Teileinspritzung eingespritzten Kraftstoffmenge charakterisiert, abhängig von wenigstens einer Druckgröße, die den Kraftstoffdruck charakterisiert, der Kraftstoffmengengröße und wenigstens einer weiteren Größe korrigiert.

#### Aufgabe

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Überwachung des Drehmomentes einer Brennkraftmaschine anzugeben, bei der die Kraftstoffzumessung in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine zweite Teileinspritzung aufgeteilt wird.

#### Lösung und Vorteile der Erfindung

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Überwachen einer Brennkraftmaschine, bei der Kraftstoff in wenigstens zwei Teileinspritzungen mittels wenigstens eines Injektors direkt in wenigstens einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem wenigstens auf Grundlage einer eingespritzten und/oder einer einzuspritzenden Kraftstoffmasse ein Istdrehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt wird, wobei dieses Istdrehmoment mit einem zulässigen Drehmoment der Brennkraftmaschine verglichen wird, wobei eine Fehlerreaktion eingeleitet wird, wenn das Istdrehmoment in einem vorgegebenen Verhältnis zum zulässigen Drehmoment steht, und wobei bei einer Bestimmung der eingespritzten und/oder der einzuspritzenden Kraftstoffmasse ein Gesamtkraftstoffvolumen der Teileinspritzungen berücksichtigt wird.

Durch diese erfindungsgemäße Maßnahme wird in besonders vorteilhafter Weise eine Drehmomentüberwachung zur Verfügung gestellt, die mehrere Teileinspritzungen berücksichtigt und in jeder Betriebssituation durchgeführt werden kann.

Vorteilhafterweise wird ein Kraftstoffvolumen einer Teileinspritzung wenigstens auf Basis einer Ansteuerdauer des betreffenden Injektors und eines auf den Kraftstoff einwirkenden Druckes bestimmt wird. Dies kann zum Beispiel durch ein im Steuergerät der Brennkraftmaschine abgelegtes und speziell an die jeweilige Teileinspritzung appliziertes Kennfeld erfolgen. Aus den Eingangsgrößen Ansteuerdauer des betreffenden Injektors und auf den Kraftstoff einwirkender Druck (bei einer Common-Rail-Brennkraftmaschine der Raildruck im Common-Rail) wird aus dem Kennfeld der entsprechende Kraftstoffvolumenwert entnommen. Ein Gesamtkraftstoffvolumen eines Verbrennungszyklus kann im Anschluss aus der Summe der Kraftstoffvolumen aller Teileinspritzungen ermittelt werden. Ausgehend von diesem Gesamtkraftstoffvolumen kann mittels einer bekannten Kraftstoffdichte eine Kraftstoffmasse bestimmt werden.

Eine Vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das bestimmte Kraftstoffvolumen einer Teileinspritzung in Abhängigkeit von einem Ansteuerbeginn des entsprechenden Injektors korrigiert wird. Diese Korrektur erfolgt vorteilhafterweise, durch einen Korrekturfaktor, der aus einem vom Ansteuerbeginn abhängigen Einspritzeffizienzkennfeld entnommen wird. Diese Weiterbildung hat den großen Vorteil, dass der möglicherweise nicht lineare Zusammenhang zwischen Ansteuerbeginn des Injektors und erzielter Momentenwirkung berücksichtigt wird. Dies ist vor dem Hintergrund von modernen Brennkraftmaschinen mit einem Abgasnachbehandlungssystem sinnvoll, da in diesen Fällen ein veränderter Ansteuerbeginn nicht notwendigerweise einen Einfluss auf das von der Brennkraftmaschine erzeugte Drehmoment hat sondern gegebenenfalls nur zu einer Erhöhung

der Abgastemperatur beiträgt.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die zuvor bestimmte Kraftstoffmasse mit einer Wellenkorrekturmasse zu einer korrigierten Kraftstoffmasse verknüpft wird. Dies kann beispielsweise durch eine Subtraktion der Wellenkorrekturmasse von der zuvor bestimmten Kraftstoffmasse erfolgen. Durch diese Korrektur werden in besonders vorteilhafter Weise Wellenerscheinungen berücksichtigt, die bei einem Hochdruckeinspritzsystem, wie zum Beispiel einem Common-Rail-System, in der Zuleitung vom Kraftstoffspeicherraum zum Injektor auftreten können und somit die während einer Ansteuerdauer des Injektors eingespritzte Kraftstoffmasse beeinflussen. Vorteilhafterweise wird die Wellenkorrekturmasse wenigstens auf Basis von Kraftstoffvolumen der Teileinspritzungen und des auf den Kraftstoff einwirkenden Druckes bestimmt.

Aus der auf diese Weise korrigierten Kraftstoffmasse wird mittels einer Drehzahl der Brennkraftmaschine ein Drehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt. Dies erfolgt vorteilhafterweise mittels eines Kennfelds, das im Steuergerät der Brennkraftmaschine abgelegt ist. Hierbei können gegebenenfalls auch weitere Einflussparameter außer der Drehzahl der Brennkraftmaschine berücksichtigt werden. Das bestimmte Drehmoment der Brennkraftmaschine wird erfindungsgemäß mit einem Wirkungsgradkorrekturfaktor zu einem korrigierten Drehmoment der Brennkraftmaschine verknüpft. Durch diesen Wirkungsgradkorrekturfaktor werden besonders vorteilhaft Einflussgrößen wie zum Beispiel Temperatur der Brennkraftmaschine, Reibung der Brennkraftmaschine, Öltemperatur und Ölqualität berücksichtigt.

Vorteilhaft wird dann die Fehlerreaktion eingeleitet wird, wenn das Istdrehmoment größer als das zulässige Drehmoment ist.

5       Vorteilhaft ist weiterhin die Verwendung des erfindungsgemäßen Überwachungsverfahrens zur Überwachung einer direkteinspritzenden Dieselmotorkraftmaschine, insbesondere mit einem Common-Rail-System.

10       Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

15       Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 zeigt ein Detail des ersten Ausführungsbeispiels und

20       Fig. 3 zeigt eine mögliche Erweiterung des ersten Ausführungsbeispiels.

2       Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Überwachen einer Brennkraftmaschine. Das Ziel des in Fig. 1 beschriebenen Verfahrens ist die Bestimmung eines Motoristmomentes, das mit einem zulässigen Moment verglichen wird. Bei dem Verfahren von Fig. 1, das in der Regel in einem Motorsteuergerät der Brennkraftmaschine abläuft, werden  
30       gewisse Eingangsgrößen als im Motorsteuergerät vorliegend vorausgesetzt. Diese Eingangsgrößen sind in der Fig. 1 mit den Bezugszeichen 1 bis 7, 17, 22 und 24 gekennzeichnet.

35       Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird an Hand von verschiedenen Einspritzarten beschrieben, wie sie

üblicherweise bei einer direkteinspritzenden Dieselbrennkraftmaschine Anwendung finden. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch nicht auf eine Dieselbrennkraftmaschine beschränkt, sondern kann prinzipiell bei jeder direkteinspritzenden Brennkraftmaschine mit mehreren verschiedenen Einspritzarten angewendet werden.

Die direkteinspritzende Dieselbrennkraftmaschine zu deren Überwachung das Verfahren nach Fig. 1 dient, ist eine sogenannte Common-Rail-Dieselbrennkraftmaschine, bei der der Kraftstoff in einem gemeinsamen Kraftstoffverteiler, dem sogenannten Common-Rail, für Einspritzungen zur Verfügung steht. Ausgehend vom Common-Rail, in dem der Kraftstoff unter Hochdruck steht, gelangt der Kraftstoff über, in der Regel kurze, Hochdruckleitungen zu den Injektoren, die den Kraftstoff direkt in die Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen. Durch den im Common-Rail unter Druck zur Verfügung stehenden Kraftstoff ist es möglich verschiedene Arten von Kraftstoffeinspritzungen in ein und denselben Brennraum auszuführen. Diese verschiedenen Arten von Einspritzungen können Voreinspritzungen, Haupteinspritzungen oder Nacheinspritzungen sein.

Bei dem Verfahren nach Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 1 der aktuelle Raildruck  $p$  gekennzeichnet. Mit dem Bezugszeichen 2 ist die Ansteuerdauer eines Injektors für eine Haupteinspritzung  $t_{i\_Main}$  gekennzeichnet. Diese Haupteinspritzung liefert den wesentlichen Drehmomentenbeitrag der Brennkraftmaschine. Mit dem Bezugszeichen 3 ist die Ansteuerdauer des Injektors für eine erste Piloteinspritzung  $t_{i\_Pilot1}$  gekennzeichnet. Diese erste Piloteinspritzung kann beispielsweise 10 bis 20 Grad Kurbelwellenwinkel vor der Haupteinspritzung abgesetzt werden und erzielt neben einem Drehmomentenbeitrag vor allem



den Effekt, dass die Brennkraftmaschine leiser läuft. Mit dem Bezugszeichen 4 ist die Ansteuerdauer einer zweiten Voreinspritzung ti\_Pilot2 bezeichnet. Diese zweite Piloteinspritzung kann beispielsweise ebenfalls der Geräuschverringerng der Brennkraftmaschine dienen, kann aber auch im Zusammenhang mit der ersten Piloteinspritzung zu besseren Abgaswerten führen. Mit dem Bezugszeichen 5 ist eine dritte Voreinspritzung ti\_Pilot3 bezeichnet, die beispielsweise weit vor allen anderen Einspritzungen in den Brennraum abgesetzt werden kann und so zum Beispiel zu einem nennenswerten Drehmomentesanstieg beiträgt. Mit dem Bezugszeichen 6 ist die Ansteuerdauer des Injektor für eine erste Nacheinspritzung ti\_Post1 bezeichnet und mit dem Bezugszeichen 7 die Ansteuerdauer einer zweiten Nacheinspritzung ti\_Post2. Die beiden Nacheinspritzungen dienen insbesondere der Verbesserung von Abgaswerten sowie möglicherweise dem Reinigen eines NOx-Speicherkatalysators oder eines Partikelfilters.

Der Raildruck p nach Bezugszeichen 1 sowie die Ansteuerdauer der Haupteinspritzung ti\_Main nach Bezugszeichen 2 werden einem Kennfeld Main (Bezugszeichen 8) zugeführt. In Abhängigkeit der zugeführten Ansteuerdauer und des Raildruckes p ergibt sich als Ausgangswert des Kennfeldes Main (Bezugszeichen 8) ein durch die Haupteinspritzung hervorgerufenen Kraftstoffvolumen, das einem Summierer 14 zugeführt wird. Den Kennfeldern Pilot1 (Bezugszeichen 9), Pilot2 (Bezugszeichen 10), Pilot3 (Bezugszeichen 11), Post1 (Bezugszeichen 12) und Post2 (Bezugszeichen 13) werden ebenfalls jeweils der aktuelle Raildruck p nach Bezugszeichen 1 sowie die entsprechende Ansteuerdauern nach den Bezugszeichen 3 (ti\_Pilot1), 4 (ti\_Pilot2), 5 (ti\_Pilot3), 6 (ti\_Post1) und 7 (ti\_Post2) zugeführt. Als Ergebnis ergibt sich analog zum Kennfeld 8 jeweils ein entsprechendes Kraftstoffvolumen, das ebenfalls dem

5 Summierer 14 zugeführt wird. Als Ergebnis des Summierers 14 ergibt sich am Punkt 15 das gesamte Kraftstoffvolumen, das in einem Verbrennungszyklus über den Injektor mittels verschiedener Einspritzarten in den Brennraum eingebracht wurde.

10 Diese Kraftstoffvolumen wird einem Verknüpfungspunkt 16 zugeführt, dem weiterhin das Signal der Kraftstoffdichte  $\rho$  aus dem Signalblock 17 zugeführt wird. Die Verknüpfung, bzw. die Multiplikation, des Kraftstoffvolumens mit der Kraftstoffdichte  $\rho$  17 führt auf die Kraftstoffmasse 18.

15 Die Kraftstoffmasse 18 wird einem Subtrahierer 19 zugeführt, der als weiteres Eingangssignal das Ausgangssignal eines Signalblocks 20 aufweist. Innerhalb des Signalblocks 20 wird eine sogenannte Wellenkorrekturkraftstoffmasse bestimmt, die dazu dient stehende Wellen in der Hochdruckleitung zwischen dem Common-Rail und dem jeweiligen Injektor zu kompensieren, die entstehen wenn verschiedene Einspritzarten in geringem zeitlichem Abstand aufeinander ausgeführt werden. Durch den geringen zeitlichen Abstand aufeinanderfolgender Einspritzungen kann es passieren, dass der Kraftstoff in der Hochdruckleitung noch nicht wieder vollständig zur Ruhe gekommen ist, wenn die nächstfolgende Einspritzung ausgeführt wird. Das hierbei auftretende physikalische Phänomen in der Hochdruckleitung ist eine stehende Welle. Als Eingangsgrößen werden der Wellenkorrektur nach Block 20 der aktuelle Raildruck  $p$  aus Block 1, die Kraftstoffdichte  $\rho$  aus Block 17, sowie die Ausgangssignale der Kennfelder 8, 9 und 10 zugeführt, womit die Kraftstoffvolumen der Haupt- sowie der ersten und zweiten Nacheinspritzung dem Wellenkorrekturblock 20 zugeführt werden. Wie im Einzelnen die Wellenkorrekturkraftstoffmasse innerhalb des Blockes 20 bestimmt wird, wird im Rahmen der nachfolgenden Fig. 2  
35 erläutert.

Das Ausgangssignal des Wellenkorrekturblocks 20 wird wie bereits gesagt an den Subtrahierer 19 übermittelt. Innerhalb des Subtrahierers wird die Wellenkorrekturkraftstoffmasse von der zuvor bestimmten Kraftstoffmasse 18 subtrahiert. Die sich ergebende korrigierte Kraftstoffmasse wird einem Momentenkennfeld 21 zugeführt. Dem Momentenkennfeld 21 wird weiterhin die Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine aus einem Block 22 zugeführt. Als Ausgangsgröße der zugeführten korrigierten Kraftstoffmasse und der Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine ergibt sich ein Drehmoment der Brennkraftmaschine.

Dieses bestimmte Drehmoment der Brennkraftmaschine wird einem Verknüpfungspunkt 23 zugeführt. Dem Verknüpfungspunkt 23 wird weiterhin das Signal des Blockes 24 zugeführt. Das Signal nach Block 24 ist ein sogenannter Wirkungsgradfaktor der im Motorsteuergerät vorliegt. Dieser Wirkungsgradfaktor berücksichtigt u. a. die Temperatur der Brennkraftmaschine, die Reibung der Brennkraftmaschine, die Öltemperatur, die Ölqualität und gegebenenfalls weitere Einflussgrößen. Der Wirkungsgradfaktor 24 wird im Verknüpfungspunkt 23 mit dem zuvor bestimmten Drehmoment der Brennkraftmaschine multipliziert. Das Ergebnis der Verknüpfung 23 ist das berechnete innere Istdrehmoment der Brennkraftmaschine.

Diese Istdrehmoment 25 wird einer Vergleichsroutine 26 zugeführt, in der das zuvor bestimmte innere Istdrehmoment mit einem zulässigen inneren Drehmoment der Brennkraftmaschine verglichen wird. Wird dabei festgestellt, dass das innere Istdrehmoment größer als das zulässige Drehmoment der Brennkraftmaschine ist, wird eine entsprechende Fehlerreaktion eingeleitet. Eine solche Fehlerreaktion kann beispielsweise eine Sicherheitskraftstoffabschaltung oder eine

Drehzahlbeschränkung der Brennkraftmaschine sein. Die Beschränkung der Drehzahl hat gegenüber einer möglichen Momentenbegrenzung den Vorteil, dass die Drehzahl einfacher überwacht werden kann. Weitere Reaktionen können ein Eintrag in einen Fehlerspeicher, eine Fehleranzeige zur Information des Fahrers des Kraftfahrzeugs oder ein Neustart des Steuergerät der Brennkraftmaschine sein.

Die Bestimmung eines zulässigen Momentes ist dem Fachmann bekannt und kann beispielsweise nach dem Beobachterprinzip mittels eines redundanten Momentenpfades innerhalb des Motorsteuergerätes bestimmt werden. Eine der Einflussgrößen auf das zulässige Moment ist zum Beispiel die Fahrpedalbetätigung.

Fig. 2 zeigt in detaillierter Darstellung den bereits im Rahmen der Beschreibung von Fig. 1 gezeigten Wellenkorrekturblock 20. Wie bereits im Rahmen der Beschreibung zu Fig. 1 erläutert, werden dem Wellenkorrekturblock als Eingangsgrößen das Kraftstoffvolumen der ersten Voreinspritzung Pilot1 (Bezugszeichen 30), das Kraftstoffvolumen der zweiten Voreinspritzung Pilot2 (Bezugszeichen 31), der aktuelle Raildruck  $p$  (Bezugszeichen 32), das Kraftstoffvolumen der Haupteinspritzung Main (Bezugszeichen 33) und die Dichte  $\rho$  des verwendeten Kraftstoffs (Bezugszeichen 17) zugeführt. Aus den zugeführten Kraftstoffvolumina (30, 31 und 33) sowie der zugeführten Kraftstoffdichte  $\rho$  (17) wird im Wellenkorrekturblock zunächst innerhalb der Signalblöcke 30, 31 und 33 die jeweilige Kraftstoffmasse bestimmt, die dann als jeweiliges Ausgangssignal der Blöcke 30, 31 und 33 zur Verfügung steht. Diese jeweiligen Verknüpfungen mit der Kraftstoffdichte  $\rho$  sind in Fig. 2 nicht gezeigt, da es die alternative Möglichkeit gibt, dem Wellenkorrekturblock unmittelbar die bestimmten Kraftstoffmassen zuzuführen. Dazu

müsste in der Darstellung nach Fig. 1 nach der Bestimmung der einzelnen Kraftstoffvolumen zunächst die Umrechnung auf einzelne Kraftstoffmassen erfolgen, bevor die einzelnen Kraftstoffmassen in einem Summierer (wie Block 14 in Fig. 1) zu einer Gesamtkraftstoffmasse zusammengeführt werden. In diesem Fall würden also die einzelnen Kraftstoffmassen unmittelbar als Signal vorliegen. Welche Variante letztendlich verwendet wird liegt in der Auswahl des Fachmanns, der verschiedenen Einflussgrößen, wie zum Beispiel Laufzeitwerte des Steuergeräts berücksichtigen wird.

Einem ersten Mengenkorrekturkennfeld 34 werden als Eingangsgrößen der aktuelle Raildruck 32 und die Kraftstoffmasse der Hautpeinspritzung 33 zugeführt. Das Ergebnis des Mengenkorrekturkennfelds 34 ist eine erste Korrekturmenge 35. Einem zweiten Mengenkorrekturkennfeld 36 werden als Eingangsgrößen die gleichen Eingangsgrößen wie dem ersten Mengenkorrekturkennfeld 34 zugeleitet. Das Ergebnis des zweiten Mengenkorrekturkennfelds 36 ist eine zweite Korrekturmenge 37. Einem dritten Mengenkorrekturkennfeld 38 werden als Eingangsgrößen die Kraftstoffmasse der Haupteinspritzung 33 sowie die Kraftstoffmasse der ersten Voreinspritzung 30 zugeführt. Das Ergebnis des dritten Mengenkorrekturkennfelds 38 ist eine dritte Korrekturmenge 39. Die erste Korrekturmenge 35 und die zweite Korrekturmenge 37 werden einem ersten Auswahlblock 40 zugeführt. Die dritte Korrekturmenge 39 wird einem zweiten Auswahlblock 41 zugeführt. Der zweite Auswahlblock 41 weist als weiteres Eingangssignal ein Vorgabewert 42 auf, der in diesem Ausführungsbeispiel zu Null gesetzt wird. Mit anderen Worten: Der Ausgangswert des ersten Auswahlblocks 1 ist entweder die erste Korrekturmenge 35 oder die zweite Korrekturmenge 37 und der Ausgangswert

des zweiten Auswahlblocks 41 ist entweder die dritte Korrekturmenge 39 oder der Vorgabewert 42 (= 0).

5 Die Kraftstoffmasse der zweiten Voreinspritzung 31 wird einem ersten Eingang einer ersten Abfragelogik 43 zugeführt, die dann einen „High Level“ als Ausgangswert liefert, wenn der erste Eingangswert der Abfragelogik 43 größer als der zweite Eingangswert ist. Der ersten Abfragelogik 43 wird als  
10 zweiter Eingabewert ein zweiter Vorgabewert 44 zugeführt, der in diesem Ausführungsbeispiel zu Null gesetzt wird. Die erste Abfragelogik 43 funktioniert derart, dass das Ergebnis der Abfragelogik 43 einen „High Level“ aufweist, sofern der Kraftstoffmassenwert 31 vorliegt. Falls der Wert der Kraftstoffmasse 31 nicht vorliegt, ist der Ausgangswert der  
15 Abfragelogik 43 „Low Level“ .

20 Die Kraftstoffmasse der ersten Voreinspritzung 30 wird einem ersten Eingang einer zweiten Abfragelogik 49 zugeführt, die dann einen „High Level“ als Ausgangswert liefert, wenn der erste Eingangswert der Abfragelogik 49 größer als der zweite Eingangswert ist. Der zweiten Abfragelogik 49 wird als zweiter Eingabewert ein vierter Vorgabewert 50 zugeführt, der in diesem Ausführungsbeispiel zu Null gesetzt wird. Die  
25 zweite Abfragelogik 49 funktioniert derart, dass das Ergebnis der Abfragelogik 49 einen „High Level“ aufweist, sofern der Kraftstoffmassenwert 30 vorliegt. Falls der Wert der Kraftstoffmasse 30 nicht vorliegt, ist der Ausgangswert der Abfragelogik 49 „Low Level“ .

30 Das Ausgangssignal der ersten Abfragelogik 43 wird einem Negierer 45 zugeführt. Der Ausgangswert des Negierers 45 wird einem Schalteingang des ersten Auswahlgliedes 40 zugeführt. Die Grundstellung des ersten Auswahlgliedes 40 (bei einem „Low Level“ Signal am Schalteingang) liefert als  
35 Ausgangswert des ersten Auswahlgliedes 40 das Signal der

ersten Korrekturmenge nach Block 35. Liegt hingegen ein „High Level“ am Schalteingang vor, so wird als Ausgangsgröße des ersten Auswahlblocks 40 die zweite Korrekturmenge 37 ausgegeben. Der Ausgangswert des ersten Auswahlblocks 40 wird einem Summierer 46 zugeführt.

Das Ausgangssignal der zweiten Abfragelogik 49 wird einem Schalteingang des zweiten Auswahlgliedes 41 zugeführt. Die Grundstellung des zweiten Auswahlgliedes 41 (bei einem „Low Level“ Signal am Schalteingang) liefert als Ausgangswert des zweiten Auswahlgliedes 41 das Signal des ersten Vorgabewertes nach Block 42 (also gleich Null). Liegt hingegen ein „High Level“ am Schalteingang vor, so wird als Ausgangsgröße des zweiten Auswahlblocks 41 die dritte Korrekturmenge 39 ausgegeben. Der Ausgangswert des zweiten Auswahlblocks 41 wird ebenfalls dem Summierer 46 zugeführt.

Die Ausgangssignale der Abfragelogiken 43 und 49 werden zusätzlich einem Oder-Glied 51 zugeführt, das als Ausgangssignal einen „High Level“ aufweist, sofern ein Ausgangssignal der Abfragelogiken 43 und 49 ebenfalls ein „High Signal“ aufweist. Liegen am Eingang des Oder-Gliedes 51 nur „Low Signale“ an, liefert auch der Ausgang des Oder-Gliedes 51 nur ein „Low Signal“.

Das Ausgangssignal des Summierers 46 wird einem dritten Auswahlblock 47 zugeführt, dem als weiterer Eingangswert ein dritter Vorgabewert 48 zugeführt wird, der in diesem Ausführungsbeispiel zu Null gesetzt wird. Dem Schalteingang des dritten Auswahlblocks 47 wird das Ausgangssignal des Oder-Gliedes 51 zugeführt. Die Grundstellung des dritten Auswahlgliedes 47 (bei einem „Low Level“ Signal am Schalteingang) liefert als Ausgangswert des dritten Auswahlgliedes 47 das Signal des dritten Vorgabewertes nach Block 48 (also gleich Null). Liegt hingegen ein „High

Level" am Schalteingang vor, so wird als Ausgangsgröße des dritten Auswahlblocks 47 der Ausgangswert des Summierers 46 ausgegeben.

5 Das Ausgangssignal des dritten Auswahlblocks 47 wird einem Ausgangssignalblock 52 zugeführt und stellt die gesuchte Wellenkorrekturmenge dar, die in der Ausführung nach Fig. 1 Verwendung findet.

10 Fig. 3 zeigt eine mögliche Erweiterung des ersten Ausführungsbeispiels nach Fig. 1. Bei modernen  
Dieselbrennkraftmaschinen, die ein  
15 Abgasnachbehandlungssystem aufweisen, kann es vorkommen, dass die Ansteuerdauer und insbesondere der Ansteuerbeginn momentenneutral verändert werden. Dies kann prinzipiell bei allen zuvor beschriebenen Einspritzarten vorkommen. In diesen Fällen machen der Ansteuerbeginn und die  
20 Ansteuerdauer der Kraftstoffeinspritzung keine eindeutige Aussage über das erzeugte Drehmoment. Beispielsweise kann zur Regenerierung eines Abgasnachbehandlungssystems der Ansteuerbeginn der Haupteinspritzung von einigen Grad vor dem oberen Totpunkt nach einigen Grad nach dem oberen  
25 Totpunkt verschoben werden. Diese Verschiebung des Ansteuerbeginns wird momentenneutral durchgeführt und hat lediglich eine höhere Verbrennungstemperatur zur Folge, die der Regenerierung des Abgasnachbehandlungssystems dient. In diesen Fällen ist es also nötig, die Wirksamkeit des  
30 Ansteuerbeginns und der Ansteuerdauer zu berücksichtigen. Hierzu dient das im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 beschriebene Verfahren. Hierbei wird der Ansteuerbeginn 60 einem Effektivitätskennfeld 61 zugeführt. Dieses  
Effektivitätskennfeld 61 muss individuell für jede  
35 verschiedene Einspritzart innerhalb des Motorsteuergeräts abgelegt sein. Der Ausgabewert des Effektivitätskennfelds ist ein Korrekturfaktor 62, mit dem die bestimmten



Kraftstoffvolumen als Ausgangswerte der Blöcke 8, 9, 10, 12 und 13 nach Fig. 1 korrigiert werden können. Beispielsweise könnte die Haupteinspritzung um den Faktor 2 verlängert werden während wie bereits vorhergehend beschrieben, der Ansteuerbeginn von einigen Grad vor OT nach einigen Grad nach OT verschoben wird. Diese Veränderung der Haupteinspritzung wäre momentenneutral, so dass als Korrekturfaktor der Wert 0,5 verwendet werden müsste, da das doppelte Kraftstoffvolumen nur zum gleichen Drehmoment führt. Zusätzlich kann ein weiteres Effektivitätskennfeld für die Einspritzdauer oder auch ein kombiniertes Effektivitätskennfeld für Einspritzbeginn und Einspritzdauer verwendet werden.

Eine zusätzliche Erweiterung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass eine Plausibilisierung der entsprechend des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1 bestimmten Kraftstoffmasse erfolgt. Dies kann zum Beispiel durch die Verknüpfung eines Lambdasensorwertes mit dem Signal eines Heißfilmluftmassenmessers und einer Motordrehzahl unter Berücksichtigung der Abgasrückführrate erfolgen. Auf diese Weise lässt sich ein zweiter, unabhängiger Kraftstoffmassenwert bestimmen. Hierdurch kann ein in angemessenen Toleranzen genaue Aussage über die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmasse getroffen werden, so dass eine aus unabhängigen Größen gewonnene mittlere eingespritzte Kraftstoffmasse zur Plausibilisierung der aus den Ansteuerdaten gewonnen Kraftstoffmasse zur Verfügung steht.

Zusammenfassend steht durch das erfindungsgemäße Überwachungsverfahren eine Möglichkeit zur kontinuierlichen Momentenüberwachung im gesamten Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Hierdurch wird die Sicherheit des Gesamtsystems erhöht und eine bessere Fehlerreaktion gewährleistet.

Im Rahmen dieser Anmeldung wurde der Momentenvergleich an Hand von inneren Momenten der Brennkraftmaschine beschrieben. Gleichwohl kann die Erfindung für jedes mögliche Motormoment verwendet werden, sofern die Vergleichbarkeit der Momente gegeben ist.

Vorteilhaft erfolgt die Bestimmung der Eingangsdaten nach Fig. 1 drehzahlsynchron. Diese Bestimmung wird im (in den Figuren nicht gezeigten) Steuergerät der Brennkraftmaschine durchgeführt und ist nicht Gegenstand dieser Anmeldung.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einer Brennkraftmaschine mit einem Steuergerät, das in der Lage ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

08.04.02 Wj/Mi

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

20

25

30

1. Verfahren zum Überwachen einer Brennkraftmaschine, bei der Kraftstoff in wenigstens zwei Teileinspritzungen mittels wenigstens eines Injektors direkt in wenigstens einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem wenigstens auf Grundlage einer eingespritzten und/oder einer einzuspritzenden Kraftstoffmasse ein Istdrehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt wird, wobei dieses Istdrehmoment mit einem zulässigen Drehmoment der Brennkraftmaschine verglichen wird und eine Fehlerreaktion eingeleitet wird, wenn das Istdrehmoment in einem vorgegebenen Verhältnis zum zulässigen Drehmoment steht, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Bestimmung der eingespritzten und/oder der einzuspritzenden Kraftstoffmasse ein Gesamtkraftstoffvolumen der Teileinspritzungen berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kraftstoffvolumen einer Teileinspritzung wenigstens auf Basis einer Ansteuerdauer des betreffenden Injektors und eines auf den Kraftstoff einwirkenden Druckes bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gesamtkraftstoffvolumen eines Verbrennungszyklus aus der Summe der Kraftstoffvolumen aller Teileinspritzungen ermittelt wird.

5

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Gesamtkraftstoffvolumen mittels einer Kraftstoffdichte ( $\rho$ ) eine Kraftstoffmasse bestimmt wird.

10

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffmasse mit einer Wellenkorrekturmasse zu einer korrigierten Kraftstoffmasse verknüpft wird.

15

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens auf Basis der korrigierten Kraftstoffmasse und einer Drehzahl ( $n$ ) der Brennkraftmaschine ein Drehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt wird (21).

20

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das bestimmte Drehmoment der Brennkraftmaschine mit einem Wirkungsgradkorrekturfaktor zu einem korrigierten Drehmoment der Brennkraftmaschine verknüpft wird.

25

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenkorrekturmasse wenigstens auf Basis von Kraftstoffvolumen der Teileinspritzungen und des auf den Kraftstoff einwirkenden Druckes bestimmt wird.

30

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fehlerreaktion eingeleitet wird, wenn das Ist Drehmoment größer als das zulässige Drehmoment ist.

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das bestimmte Kraftstoffvolumen in Abhängigkeit von einem Ansteuerbeginn des entsprechenden Injektors korrigiert wird.

5

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Korrektur ein Korrekturfaktor aus einem vom Ansteuerbeginn abhängigen Einspritzeffizienzkennfeld entnommen wird.

10

12. Verwendung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche zur Überwachung einer direkteinspritzenden Dieselmotorkraftmaschine.

15

13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11.

08.04.02 Wj/Mi

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zum Überwachen einer Brennkraftmaschine

10 Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Brennkraftmaschine, bei der Kraftstoff in wenigstens zwei Teilmengen mittels wenigstens eines Injektors direkt in wenigstens einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem wenigstens auf Grundlage einer eingespritzten und/oder einer einzuspritzenden Kraftstoffmasse ein Istdrehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt wird, wobei dieses Istdrehmoment mit einem zulässigen Drehmoment der Brennkraftmaschine verglichen wird und eine Fehlerreaktion eingeleitet wird, wenn das Istdrehmoment in einem vorgegebenen Verhältnis zum zulässigen Drehmoment steht. Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Verwendung des Verfahrens bei der Überwachung einer Brennkraftmaschine sowie eine entsprechende Vorrichtung.

(Figur 1)

Fig. 1

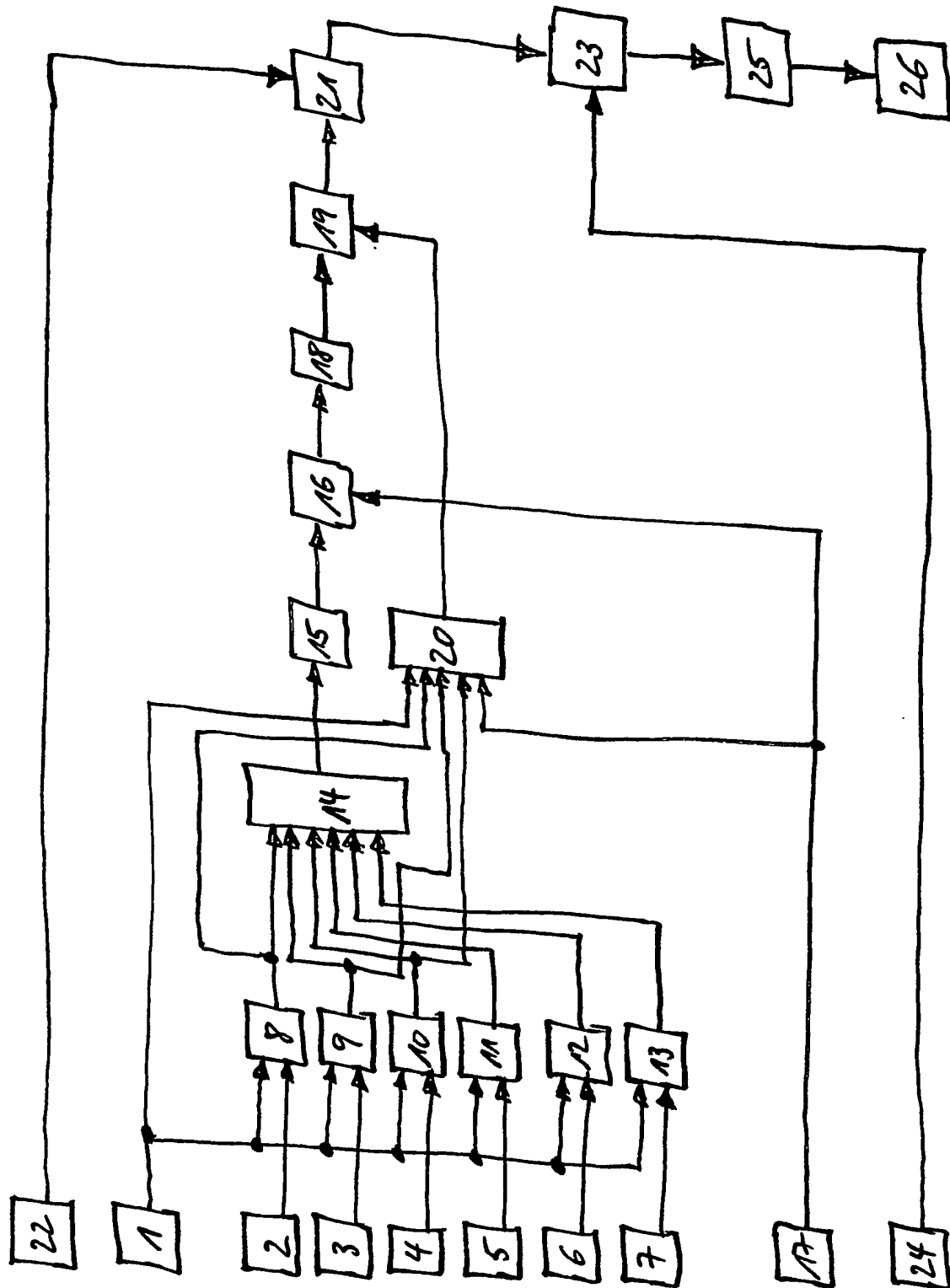
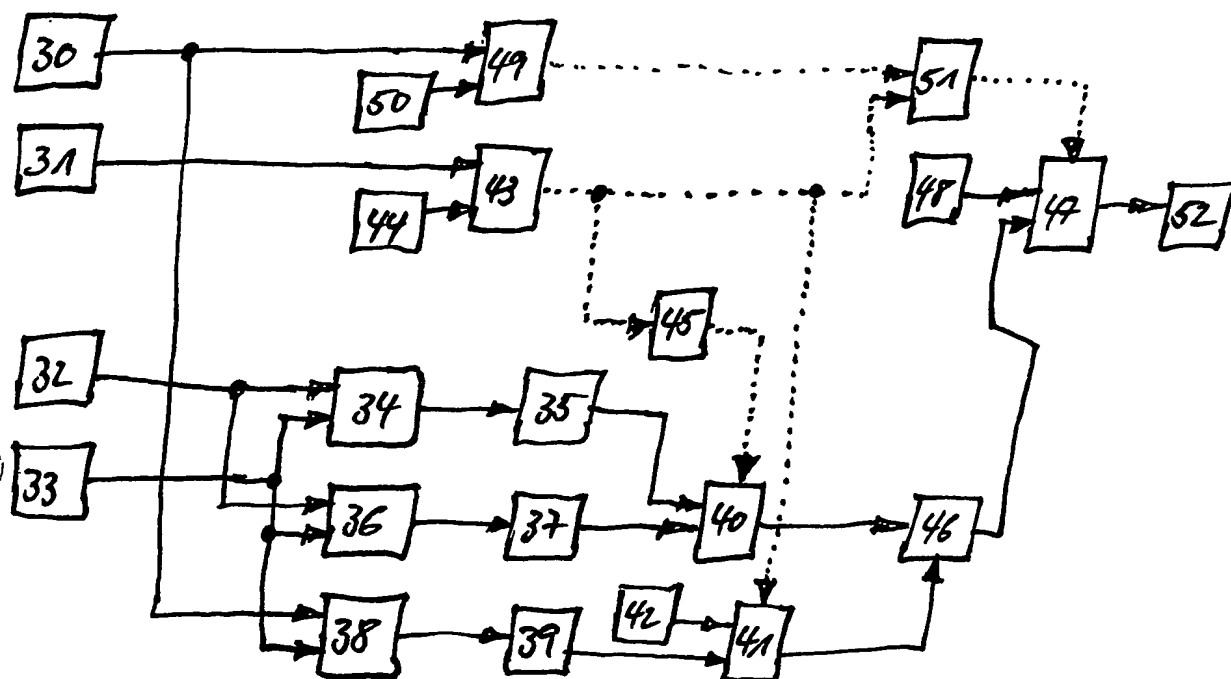


Fig. 2Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**